

基于分布式工作流的虚拟企业信息系统

汤 齐, 孙济洲

(天津大学 电子信息与工程学院, 天津 300072)

摘 要: 由于虚拟企业可通过整合若干优势互补的企业资源来增加企业的敏捷性, 而逐渐成为制造企业的一种新型组织形式, 建立虚拟企业的关键之一就是开发一种支持这种新型合作方式的信息系统。本文首先建立了分布式工作流模型, 在此基础上, 综合运用 CORBA 标准、分布式工作流技术和代理技术, 建立了基于分布式工作流的虚拟企业信息系统模型, 并给出了多代理通信的 XML 实现方案。

关键词: 虚拟企业; 分布式工作流; 信息系统

中图分类号: F224 1

文献标识码: A

文章编号: 1009- 9107(2004)03- 0091- 05

一、引 言

虚拟企业作为一种新的企业组织形式, 可以通过整合若干个优势互补的企业资源, 对市场需求作出快速反应, 增强竞争优势, 迅速占领市场, 共同完成某项产品或任务。虚拟企业运作过程以资源共享、任务分担、协同工作为基础, 既保持各成员的相对独立性, 又强调成员间的相互协作。对于这些分布在不同地理位置上的、不同体系结构的以及具有高度自治性的独立实体, 如何将成员之间的信息由无序、分散、异构的形式转化为有序集成的状态, 并有效地支持成员之间的信息交流与协作, 是实现虚拟企业有效运作的基础。所以, 组建虚拟企业将面临着两个问题: 一是集成各成员企业已有服务和基础结构(包含从被动信息资源到活动), 其主要问题是来自不同层次的异构性(从技术水平到信息和过程水平); 另一个相关问题是开发虚拟企业分布式工作流管理系统(WFMS), 一方面, WFMS 将集成各成员企业主导的不同业务过程, 另一方面, WFMS 能够规范、执行和监控虚拟企业特殊的业务过程。

目前, 国外有许多研究机构和组织对虚拟企业

信息系统进行了广泛而深入的研究, 如美国国家工业信息基础结构协议(NIIP)项目^[1]、美国能源部TEAM 计划^[2]、欧洲的虚拟企业组件工具和分布结构(VEGA)^[3]以及国内哈尔滨工业大学的集成化动态联盟建立支撑环境VOISE^[4], 都是虚拟企业信息系统研究中比较典型的例子。

本文的目的是利用支持异构、分布数据的中间件技术和分布式工作流技术, 建立一个支持虚拟企业运作的信息系统体系结构, 它符合OMG、WMC和ISO STEP 规范, 并具有在柔性、分布的环境中协同工作的能力。

二、虚拟企业信息系统的需求

虚拟企业是由若干个独立的企业或其内部的某个部门组成, 这些企业或部门往往是异构、自治和地理位置分散的。并且, 每个成员都可以在虚拟企业生命周期内动态地进入或退出, 这种性质增加了设计和实现虚拟企业信息系统的复杂性。所以要建立适用的信息系统, 首先必须对虚拟企业的产品设计、生产过程和资源规划等方面进行深入的分析。

1 虚拟企业是由市场机遇驱动的, 随机遇的产

生而产生,随机遇产品的完成而解体。并且在虚拟企业运行过程中,具有所需资源的企业可以加入,完成使命的成员企业也可以退出。这就要求一个开放的和自适应的系统结构来支持成员的重新配置。

2 成员企业的软、硬件平台和应用程序往往是不一样的,系统必须兼容成员的异构性以达到信息共享。

3 虚拟企业是一个临时的联盟,所有成员都有各自的独立性,信息系统要具有足够的柔性来反映和保持成员的自治性。

4 虚拟企业的核心是成员间的合作,要保证它的正常运行,各成员的业务流程必须连接起来并统一管理。分布式 workflow 管理系统必须被集成到信息系统中以便从虚拟企业全局层和本地层分别控制业务过程。

5 虚拟企业在运行中,各成员要使用本地的数据或其它成员的数据副本,数据的不一致将会引起业务过程的混乱。信息系统必须有能力保持产品数据的一致性。

三、相关技术和标准

(一) CORBA 标准^[5]

CORBA 是由 OM G (对象管理组织) 所提出的一种标准的面向对象应用程序体系规范。CORBA 通过分布式计算和面向对象计算的结合,真正解决了应用软件跨平台、跨操作系统、跨语言等问题。

(二) 工作流及其管理系统^[6]

工作流是一类能够完全或者部分自动执行的经营过程,它根据一系列规则、文档、信息或任务能够在不同的执行者之间进行传递与执行;工作流管理系统是一个软件系统,它完成工作流的定义和管理,

并按照在计算机中预先定义好的 workflow 逻辑推进 workflow 实例的执行。

(三) Agent

Agent 是一段可以帮助用户完成简单、重复操作,具有一定代理性的软件(程序)。它被广泛应用于建立计算机支持的协同工程。

(四) 知识查询操作语言(KQML)^[7,8]

KQML 是一种被设计成用来支持智能软件 Agent 之间交互作用的语言。它为表达信息和处理信息提供了标准的格式,在其上可以建立 Agent 互操作的高层模型。

四、分布式 workflow 系统模型

虚拟企业要求企业的经营过程不断重组, workflow 技术可使应用逻辑与过程逻辑分离,把应用逻辑设计成一个单独的组件模块,根据过程逻辑的变化自由组装,这一特性十分适合于虚拟企业的动态性要求。但是,由于虚拟企业内各成员企业的分布性、异构性,使传统的集中式 workflow 管理不适用于虚拟企业。为解决这个问题,这里引入分布式 workflow 系统。^[9,10] 分布式 workflow 系统是由分布在不同成员企业的多个本地 workflow 组成,多个本地 workflow 共同完成一个总 workflow (全局 workflow)。系统包括一个盟主企业控制的全局 workflow 引擎和一个工作表管理器,多个可配置的成员企业的执行 workflow 引擎。为保证成员的自治,在虚拟企业全局水平的角度,把每个本地 workflow 都被当做一个“黑盒子”看待,全局 workflow 不具体指定由各成员负责的实现方法。图 1 给出了 UML 类图表述的分布式 workflow 系统模型,模型中使用了 8 个具体的类。

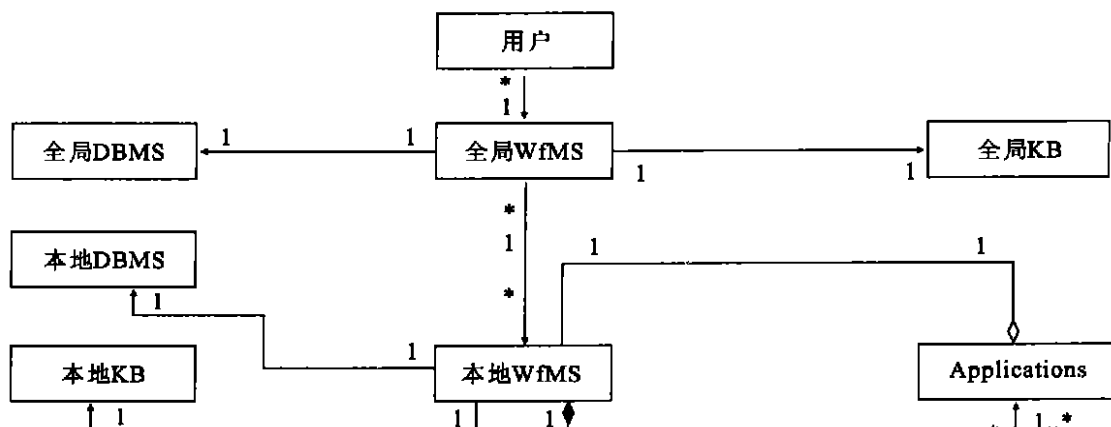


图1 分布式 workflow 模型

用户: 工作流引擎中的申请人(成员企业), 它申请并执行的一个工作流实例。

全局WfMS: 由盟主企业设计的全局工作流管理系统, 它描述成员的连接策略, 如每个成员的角色、任务如何分配、成员间如何合作及信息的来源和流动。

全局DBMS: 全局数据库管理系统管理全局原始信息。全局信息是成员和应用程序所需要的, 它包括产品信息、工艺信息和制造资源信息等。

全局KB: 全局知识库包含成员企业的参考实例和委派适当的成员发出用户的申请, 并且它也包含与特定任务或全局WfMS所分配任务相关的成员选择信息。

本地WfMS: 本地工作流管理系统在成员企业内部执行全局工作流管理系统所分配的业务流程。

本地DBMS: 本地数据库管理系统管理本地原始数据的访问、更新和约束维护。

本地KB: 本地知识库包含本地成员的策略、专家规则和内部成员协议, 它负责编辑工作流规范和管理成员企业的信息流。

Applications: 包括CAD、CAM、MRP、PDM等。

五、虚拟企业信息系统框架

基于CORBA的组件技术使得分布遥远的不同平台、不同语言编写的组件或对象可以直接通信。综合考虑虚拟企业中成员企业的合作特性、敏捷性、异构性和自治性等特点, 本文提出了以CORBA为总线的基于分布式工作流的虚拟企业信息系统体系结构模型, 见图2。模型的实现是分两步来进行的, 首先将应用系统工作流化, 即企业的每个部门或整个企业用自己的工作流系统集成其内部应用; 第二是分布的工作流集成化, 将各分布的工作流系统集成起来, 从而实现跨部门或跨企业的动态过程集成。

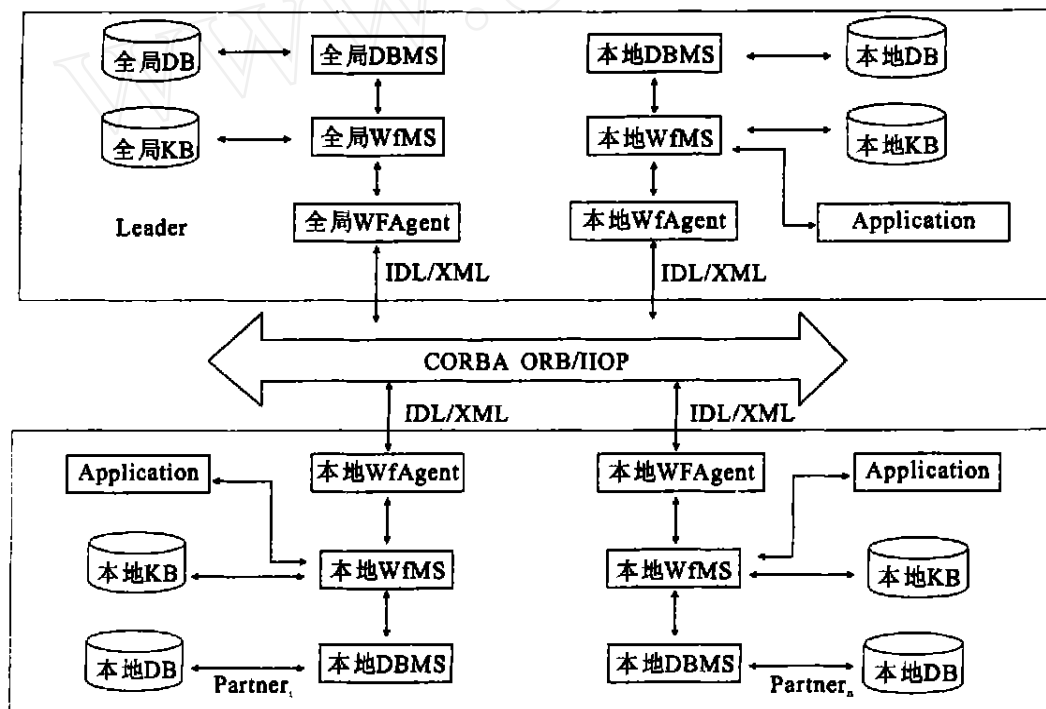


图2 虚拟企业信息系统模型

在模型中, 假设根据市场机遇的要求, 虚拟企业由1个盟主企业和 n 个成员企业组成。每个成员企业包含6个相互联系的组件: 本地DB、本地DBMS、本地KB、本地WfMS、本地WfAgent和Application。除上述组件外, 盟主企业还包括: 全局DB、全

局DBMS、全局KB、全局WfMS和全局WfAgent。

图中所示的虚拟企业信息系统模型以CORBA为基础, 通过CORBA的通讯机制, 分散在若干个分布、异构的成员企业中数据可以相互交流, 使系统满足了虚拟企业的分布特性。虽然CORBA可以实现

异构系统间的通讯,但它还只是停留在代码阶段,没有上升到语义阶段,代理技术可以弥补这方面的不足。为此,在模型中引入2类代理——全局W fA gent和本地W fA gent。当 workflow 执行时,全局W fA gent接收所有本地W fA gent发出的信息以便使盟主清楚 workflow 实例的执行状况,本地W fA gent的守护进程随时监听网络准备接收盟主分配的任务。代理间的通讯使用 KQML, KQML 通过提供的标准的语言和协议使通讯语言具有独立性,这种独立性增加了系统的柔性,非常适合于各成员的动态变化。应用程序可以通过本地W fM S 访问数据库,通过与知识库的交互作用,本地W fM S 可以把成员的查询转换成本地 workflow 的查询,并且管理成员以连续的方式执行 workflow。另外,模型中的组件都是可重用的,所有组件都按功能重复最小的原则来设计。一个成员可以通过标准的 DL 接口加入虚拟企业信息系统而不需要考虑其它问题。这种连接可以被A gent 通讯方案和 Internet 协议自动执行,一个企业加入虚拟企业不会影响它原有信息系统的设置和运行。这种即插即用的特性使我们可以快速地建立起具有柔性的虚拟企业信息系统。当一个虚拟企业解散后,其

成员企业只需对原有系统和应用做很少的修改就可加入或组织其它虚拟企业。

六、多代理通信的 XML 实现

虚拟企业业务过程的 workflow 体系结构分为三层:虚拟企业业务过程定义、代理层(A gent)和网络通信层(CORBA、TCP/IP、XML)。

根据虚拟企业信息系统结构模型及分布式 workflow 结构,可得出虚拟企业 workflow 实例,如图3所示。图中,虚拟企业由1个盟主企业和2个成员企业组成,各企业之间通过相互传递消息完成整个虚拟企业业务过程,用户发送定单给全局A gent,全局A gent 在确认定单后,进行任务分解,并把子任务的消息分别发送给相应的成员企业,各成员企业接收到子任务后,启动本地 workflow 进行生产,任务完成后,发送消息给盟主企业,盟主企业完成产品的总装集成后,提交产品给用户,整个任务完成。UML 顺序图指明了整个过程发送和接收消息的顺序,本例中的消息共有5种类型:定单消息、确认消息、任务消息、完成消息和提交产品消息。

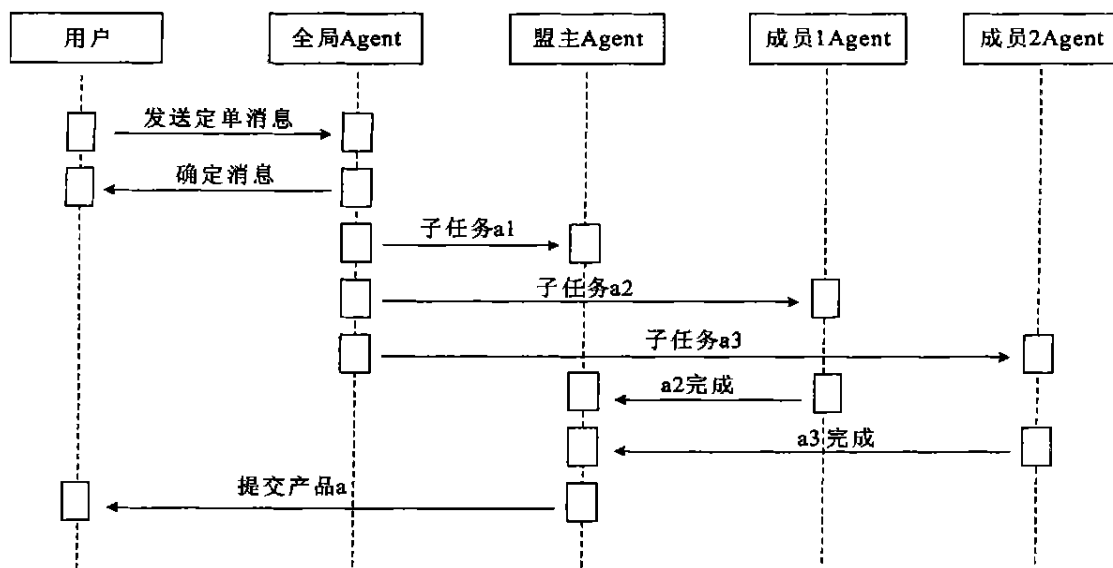


图3 虚拟企业 workflow 实例

DTD (Document Type Definition) 文档类型定义是一种 XML 的模式,它规范了 XML 的结构,在虚拟企业信息系统中,应用 XML 做通信语言,可使系统处理得到简化并提高效率。图3的 workflow 顺序可

以映射为如下的 XML - DTD。

```

< ? xml version= " 1.0 " encoding= " GB2312 " ? >
< ! EL EM ENT workflow - list (Task, Sender, Receiver) * >
  
```

< ! EL EM EN T Task (Task- id, Product- id, Content)>
 < ! EL EM EN T Task- id (# PCDA TA)>
 < ! EL EM EN T Product- id (# PCDA TA)>
 < ! EL EM EN T Content (AN Y)>
 < ! EL EM EN T Sender (# PCDA TA)>
 < ! EL EM EN T Receiver (# PCDA TA)>

虚拟企业数据的连续性和减少冗余活动。本文提出的基于分布式工作流的虚拟企业信息系统框架可解决在分布、异构环境中的通讯问题,并增加作为自治实体的成员企业信息系统的可重用性。这种具有柔性、动态性和敏捷性的信息系统可以满足当今激烈竞争市场环境下快速建立虚拟企业的要求。

七、结 论

将 workflow 系统与分布式计算环境集成可以保持

参考文献:

- [1] NIIP Consortium. National Industrial Information Infrastructure Protocols and Related Projects[EB/OL]. <http://www.niip.org>
- [2] TEAM (Technologies Enabling Agile Manufacturing) macro planner requirements guide: Version 1.0 [R]. DE96003429/HDM, 1995
- [3] CSTB, DIGITAL Equipment Virtual Enterprises using Groupware tools and distributed Architecture[EB/OL]. <http://cic.cstb.fr/LC/eoprojec/vega/home.htm>
- [4] XU Xiaofei, ZHAN Dechen, YE Dan, et al. Building of agile virtual enterprise and its integrated support environment [J]. Computer Integrated Manufacturing System, 1998, 4(1): 9~ 13
- [5] Object management group. CORBA /IDP Specifications[EB/OL]. http://www.omg.org/techprocess/meetings/schedule/Technology_Adoptions.html
- [6] The Workflow Management Coalition. Workflow Reference Model Diagram [EB/OL]. <http://www.wfmc.org/standards/model.htm>
- [7] R. Neches, R. Fikes, T. Finin, et al. Enabling technology for knowledge sharing[J]. AI Magazine, 1991, 12(3): 36~ 56
- [8] Parnesh S. Patil, Richard E. The DARPA Knowledge Sharing Effort: Progress Report[EB/OL]. <http://www.cs.umbc.edu/kml/papers/kr92.ps>
- [9] 刘 斌, 王兰邵, 王浩军. 基于 CORBA 的分布式 Agent 通信构架[J]. 小型微型计算机系统, 2001, 22(6): 728~ 731
- [10] Ricardo J. Rabelo, Aureo Campos Ferreira. Managing distributed business processes in the virtual enterprise[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2001, 12: 185~ 197

Virtual Enterprise Information System Based on Distributed Workflow

TANG Qi, SUN Ji-zhou

(School of Electronic and Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract Because of virtual enterprise can increase agility by combining a number of enterprises' resources, virtual enterprise has become a new organization form of manufacturing enterprise. One of the key requirements is to develop information system architecture to support the new cooperation. This paper sets up a distributed workflow model firstly. By using CORBA standard, distributed workflow technology and agent technology, an agile virtual enterprise information system model based on distributed workflow model is proposed, and a XML implement scenario based on multi-agent communication is given.

Key words virtual enterprise; distributed workflow; information system